

## FORMATION MATHÉMATIQUE EN LIGNE EN SCIENCES DE LA NATURE

**Chantal LECLERC**, professeure de mathématiques – Collège Gérald-Godin ; **Geneviève NAULT**, professeure, Faculté d'éducation pour PERFORMA – Université de Sherbrooke

### RÉSUMÉ

La réalisation d'une recherche dans le cadre d'études de deuxième cycle s'avère une aventure riche et gratifiante pour un enseignant qui intègre ce travail dans sa pratique quotidienne. La maîtrise en enseignement, menant à la production d'un essai, représente une façon intéressante de développer des compétences liées à la réalisation d'activités de recherche adaptées à la pratique enseignante.

Ce texte présente le parcours de l'élaboration, de la validation et de l'expérimentation d'une formation en ligne réalisées dans le cadre d'un essai de maîtrise en enseignement à l'Université de Sherbrooke<sup>1</sup>. Cet essai avait pour objectif général l'élaboration de matériel didactique pour un cours à offrir en ligne pour la première fois dans le programme de Sciences de la nature (Leclerc, 2007). En soi, produire du matériel didactique n'est pas une activité de recherche ; pour qu'elle puisse être considérée comme telle, celle-ci doit proposer une problématique qui motive la création du nouveau matériel et, surtout, reposer sur un cadre de référence précis. Par la suite, la validation par des experts ou l'expérimentation en classe avec un rapport présentant les données recueillies et leur interprétation constituent les dernières parties de l'essai.

Le cours pour lequel le matériel didactique d'une formation en ligne a été créé est celui de la partie mathématique du cours *Projet interdisciplinaire et Probabilités et statistique* offert au Collège Gérald-Godin. Il est offert en quatrième session et est scindé en deux parties : la première partie est un cours de deux heures par semaine de mathématiques (probabilités et statistique) et la deuxième partie est un cours de trois heures par semaine en sciences expérimentales en biologie, en chimie ou en physique. Les deux parties de ce cours supportent l'épreuve synthèse de programme et visent à vérifier l'intégration des deux compétences suivantes :

- Analyser et traiter en équipe un ou plusieurs sujets des sciences de la nature à l'aide de la démarche scientifique en faisant appel à l'expérimentation.
- Analyser l'information et utiliser les moyens technologiques appropriés pour traiter celle-ci et la communiquer de façon claire et précise.

### 1. POURQUOI UNE FORMATION EN LIGNE ?

Dès le départ, afin d'atteindre la première compétence (analyser et traiter en équipe un ou plusieurs sujets des sciences de la nature à l'aide de la démarche scientifique en faisant appel à l'expérimentation), les enseignants du regroupement de mathématiques ont décidé que le meilleur moyen de développer cette compétence chez les étudiants serait de leur faire réaliser un sondage en équipe d'environ cinq étudiants à l'intérieur de la partie mathématique du cours. Ce projet de sondage permettait de placer les étudiants dans un contexte de situation authentique afin d'atteindre une meilleure intégration des connaissances. Grâce à ce projet, les étudiants pouvaient ainsi réutiliser les contenus abordés dans le cours dans des situations différentes (être capable de réactualiser l'information dans un nouveau contexte) et apprendre en interaction avec leurs pairs.

1. PERFORMA

Après trois années d'expérimentation, nous avons constaté qu'il était difficile pour les étudiants de trouver un moment propice pour se rencontrer physiquement en dehors des heures allouées au cours afin de réaliser en équipe un projet de sondage qui soit le plus complet possible. Ce problème pouvait être dû aux faits que la partie mathématique du cours était offerte sur douze semaines, que le projet de sondage se faisait en équipe d'au moins cinq personnes et que l'horaire des étudiants était chargé parce de plus en plus d'entre eux travaillent pendant leurs études.

Il a donc été décidé de tenter d'innover sur le plan de la façon d'envisager la partie mathématique du cours : contrairement à ce qui se faisait dans un cours traditionnel, nous avons pensé utiliser les heures habituelles en classe pour favoriser les rencontres en équipe et la réalisation du projet de sondage, plutôt que d'enseigner de nouveaux contenus, un apprentissage de nouveaux contenus pouvant se faire en dehors des heures de cours ou en classe, selon le niveau d'avancement du travail d'équipe. Il devenait alors important de développer des stratégies d'enseignement efficaces qui tiennent compte du contexte qui avait changé au fil des années.

L'élaboration d'une formation en ligne pour ce cours est apparue comme une solution intéressante, une voie innovatrice, parce qu'elle permettait une formation asynchrone susceptible d'être réalisée au moment choisi, ainsi qu'une meilleure gestion du rythme d'apprentissage de chacun des étudiants. Ainsi, l'utilisation d'une plate-forme de formation en ligne (*Moodle*) et du logiciel *Excel*, pour l'analyse des données dans le sondage, permettait d'atteindre encore mieux la deuxième compétence du cours : « Analyser l'information et utiliser les moyens technologiques appropriés pour traiter celle-ci et la communiquer de façon claire et précise ». Afin d'atteindre cette compétence, les étudiants devaient aussi produire un rapport écrit et en faire la présentation devant la classe.

De plus, il s'est avéré approprié d'élaborer une formation en ligne dans l'optique que celle-ci pouvait favoriser le développement de l'autonomie et de l'aptitude à l'autoformation qui sont des compétences et des atouts pour les études universitaires. Selon Morrisson, Lowther et Demeulle (1999) ainsi que Marchand et Loisier (2004), l'utilisation adéquate des technologies a un impact positif sur les étudiants de trois façons différentes : ceux-ci deviennent plus actifs dans leur processus d'apprentissage, ils assument le rôle de chercheur et ils développent leurs compétences technologiques. Ils deviennent plus autonomes et plus aptes à gérer seuls leurs apprentissages. Guir (2002) rapporte aussi qu'une formation en ligne permet aux étudiants de se responsabiliser face à leur propre développement professionnel.

## 2. ÉLABORER UN COURS EN LIGNE, OUI MAIS COMMENT ?

L'élaboration de la formation en ligne pour la partie mathématiques du cours s'est déroulée selon les quatre processus définis par Paquette (2002) : le processus de conception (définition des connaissances et des compétences visées, le modèle pédagogique); le processus de production (réalisation des matériels nécessaires); le processus de diffusion (les environnements qui soutiennent les acteurs lors de la diffusion : documents, outils, moyens de communication, services et lieux de diffusion); ainsi que le processus d'entretien et d'ajustement. Nous présentons chacun de ces processus dans les prochaines sections.

### 2.1 Processus de conception

Le principal défi était de créer une structure de cours contenant des ressources pédagogiques adéquates qui permettent à l'étudiant de cheminer de façon autonome, sans avoir besoin de l'intervention directe ou de la présence de l'enseignante concernée. Il nous importait de motiver l'étudiant, d'augmenter son engagement et, par le fait même, d'augmenter ses chances

de réussir. La formation en ligne réalisée a donc utilisé un mélange de trois des six modèles de Paquette (2002) : la classe technologique ouverte, l'autoformation Web hypermédia et l'enseignement en ligne. Ainsi, un laboratoire d'informatique a été mis à la disposition de tous les étudiants durant les heures de cours. Ces derniers pouvaient utiliser ces moments pour réaliser leur projet en équipe ou pour s'approprier les contenus de la formation en ligne. L'enseignante demeurait sur place durant ces heures pour répondre à leurs questions et pour les référer à des didacticiels disponibles en ligne afin de pallier certaines difficultés auxquelles ils étaient susceptibles d'être confrontés en raison de notions préalables moins bien intégrées au secondaire. De plus, par le biais de la plate-forme de formation en ligne, les étudiants avaient accès à toutes les ressources nécessaires à l'enseignement en ligne.

Ainsi, l'étudiant pouvait travailler par lui-même avec des contenus élaborés par l'enseignante qui étaient disponibles là où il le voulait, quand il le voulait. Il pouvait aussi communiquer avec les autres étudiants ou avec l'enseignante en utilisant les outils mis à sa disposition sur la plate-forme pédagogique tels que le forum et le courriel. Ces mesures permettaient à chaque étudiant de se sentir moins isolé et de progresser malgré les difficultés.

Puis, à l'aide du logiciel *MOT* (un outil de modélisation), la formation en ligne a été structurée selon la séquence : Unités d'apprentissage/Objets d'apprentissage/Ressources pédagogiques. Dans cette structure, du moins dans notre cours, chaque compétence générale correspond à une unité d'apprentissage, chaque compétence spécifique correspond à un objet d'apprentissage et chaque compétence terminale correspond à une ressource pédagogique. Ensuite, il a fallu déterminer les activités pédagogiques à privilégier et les ressources pédagogiques à rendre disponibles afin d'assurer une réelle acquisition des compétences. Ainsi, dans cette formation où nous retrouvons un projet de sondage, en plus de présenter les différentes notions dans différents contextes afin de permettre la contextualisation et la recontextualisation au sens de Tardif (1999), les étudiants étaient encouragés à faire des résumés afin de les amener à structurer les notions abordées.

En complément, les tableaux résumés, le questionnement, la présentation par les étudiants de leur projet en classe et différentes formes d'autoévaluation ont été utilisés afin de créer des moments de réflexion chez l'étudiant. Quant au projet de sondage, il a permis une recontextualisation des contenus où l'étudiant pouvait appliquer les contenus dans un contexte de situation authentique.

## 2.2 Processus de production

La conception des ressources pédagogiques est une étape très importante, car celles-ci présentent le contenu à l'étudiant et la façon de présenter l'information permet ou pas de transformer celle-ci en connaissances ou en compétences. Dans la formation, les ressources pédagogiques écrites contenaient toute l'information de base nécessaire à l'apprentissage.

Les ressources produites n'avaient pas tout le fini d'une ressource produite à des coûts importants, mais elles étaient conçues dans une perspective pédagogique. Elles avaient toutes les qualités requises pour accompagner l'étudiant dans son cheminement d'apprentissage et fournissaient un cadre d'apprentissage qui permettait aux étudiants d'atteindre les compétences visées par le cours.

En termes de ressources, nous parlons de l'information relative au contenu du cours, soit la documentation et le matériel nécessaires à l'apprentissage. De manière plus précise, sur

le plan de l'appropriation des connaissances, il s'agit d'abord de 60 ressources écrites présentant sommairement chacune des notions abordées dans le cours ainsi que des exemples illustrant les différents concepts. Afin de pallier les difficultés à la fois liées à l'appropriation de la symbolique et des concepts mathématiques, à la compréhension de lecture des textes mathématiques proposés, au fait de soutenir l'étudiant dans sa démarche et de diminuer son sentiment d'isolement, 35 séquences vidéos, réalisées à l'aide du logiciel *Camtasia Studio*, ont été créées, chacune en lien avec des ressources pédagogiques écrites. Dans l'optique de permettre un premier transfert des connaissances, les ressources écrites comprenaient des séries d'exercices à faire complétées de corrigés détaillés. Enfin, le site comportait également deux évaluations formatives ainsi que leur solution, et ce, afin de vérifier l'atteinte des compétences. Des guides, tels que la présentation du site, le plan de cours, l'échéancier, la réalisation du projet de sondage, les grilles d'évaluation du projet et un guide d'utilisation d'*Excel*, ont été produits afin d'informer l'étudiant sur la façon de traiter le contenu et de réaliser les tâches à accomplir.

Il convient de souligner qu'au terme de la production, l'enseignante concernée a mis en ligne le matériel didactique produit et qu'elle a demandé à ses collègues du regroupement de valider la formation ainsi que les ressources développées. Ainsi, quatre enseignants du regroupement de mathématiques du collège ont accepté de répondre à un questionnaire de validation en parcourant la plate-forme ainsi que les ressources. Les répondants ont été très satisfaits par l'ensemble de la formation en ligne; les commentaires reçus ont notamment permis de faire quelques modifications aux ressources et d'avoir un aperçu quant à la perception que pourraient avoir les étudiants de cette formation en ligne à travers les perceptions des collègues consultés.

### 2.3 Processus de diffusion

Pour terminer le processus, il était important de développer une stratégie d'encadrement qui soit la plus efficace possible. Selon Nault (2007, p. 6), «l'encadrement est un moyen mis en place pour favoriser et soutenir un apprentissage de qualité chez l'étudiant.» Dans le contexte d'une formation en ligne, «l'encadrement à l'aide des TIC se définit par le recours à des outils technologiques pour soutenir l'étudiant dans sa réussite scolaire. À l'échelle du cours, le soutien se fait principalement au niveau de l'apprentissage à proprement parler.» (Nault, 2007, p. 7) Il était donc primordial, même s'ils faisaient l'apprentissage par eux-mêmes, que les étudiants se sentent soutenus dans leur démarche et qu'ils ne se sentent pas abandonnés à eux-mêmes. Ils devaient apprendre à être assidus, malgré eux dans certains cas. Il fallait donc déterminer comment les outils d'encadrement retenus allaient être utilisés: le courrier électronique, le forum de discussion ainsi que l'échéancier et la foire aux questions.

Le forum de discussion permettait aux étudiants d'avoir des réponses à leurs questions de la part des autres étudiants ou de l'enseignante. Il pouvait ainsi susciter une entraide entre les étudiants pour résoudre les exercices à faire à la maison. Par le biais du forum ou du courriel, ceux-ci pouvaient communiquer entre eux et s'entraider. L'échéancier présentait la progression de la réalisation des activités sur l'ensemble du cours, de semaine en semaine. De plus, la foire aux questions regroupait les questions récurrentes et les réponses en vue de mieux guider les étudiants dans leurs apprentissages et dans la navigation du cours.

Ce processus a commencé par la présentation du cours en ligne aux étudiants dans un laboratoire informatique lors de la première séance du cours en vue de présenter la plate-forme, les principaux outils ainsi que le déroulement général du cours. Il s'est terminé par la présentation des projets des étudiants en classe.

## 2.4 Processus d'entretien et d'ajustement

À partir de commentaires recueillis auprès des étudiants à la mi-session ainsi qu'à la fin de la session, des modifications ont été apportées afin d'améliorer la formation pour qu'elle permette aux étudiants d'acquérir plus efficacement les compétences visées. Nous aborderons ces dernières dans la section portant sur les résultats de notre expérimentation.

### Expérimentation de la formation en ligne

Une fois la formation élaborée et les ressources mises en ligne sur la plate-forme *Moodle*, celle-ci a été expérimentée à la session hiver 2007 par les 52 étudiants à l'enseignement régulier du programme de Sciences de la nature du Collège Gérard-Godin qui ont suivi le cours *Projet interdisciplinaire et Probabilités et statistique*. Le cours était réparti sur douze semaines à raison d'une rencontre de deux heures trente minutes par semaine, dans une salle de classe et un local informatique réservés à cet effet. L'enseignante était disponible à son bureau durant les heures réservées au cours et à d'autres moments au cours de la semaine. Elle était aussi accessible par l'intermédiaire du forum et du courrier électronique durant toute la semaine. Les étudiants qui ont expérimenté la formation l'ont évaluée à la mi-session et à la fin de la session à l'aide de questionnaires, conçus par l'enseignante, qu'ils ont complétés de façon anonyme.

### Résultats de l'expérimentation

Les résultats du questionnaire de mi-session montrent que l'ensemble de la formation en ligne semblait satisfaire la majorité. En général, la plupart des étudiants considèrent que les notes de cours sont claires, que les vidéos les ont beaucoup aidés et que le nombre d'exercices semble suffisant. Dans les commentaires écrits, la majorité des étudiants ont souligné qu'ils appréciaient énormément l'expérience, alors que d'autres auraient préféré avoir un cours traditionnel (8/52). Malgré un bon taux de réussite à l'examen de mi-session (85,2 % dans le groupe 1 avec une moyenne de 77 % et 96 % dans le groupe 2 avec une moyenne de 85 %), plusieurs étudiants ont exprimé, avant l'examen, qu'ils ne se sentaient pas prêts, qu'ils ne pensaient pas bien comprendre la matière et qu'ils avaient travaillé de façon irrégulière. Néanmoins, il a été décidé que l'expérience devait continuer dans les deux groupes, la seule modification ayant pu être apportée a été d'améliorer l'efficacité du forum pour lequel des lacunes pouvaient être corrigées rapidement.

Quant aux résultats de l'évaluation de fin de session, ceux-ci ont permis de faire ressortir les points forts et les points faibles de la formation et d'identifier de façon plus précise les modifications nécessaires à l'amélioration de la formation en ligne. En résumé, l'expérimentation s'est bien déroulée et les étudiants ont exprimé à 78,8 % (soit 41 sur 52) que cette expérience de formation en ligne valait la peine d'être refaite. Ils ont tous réussi le cours; cette formation leur a donc permis de faire les apprentissages prévus et d'intégrer les connaissances, au même titre qu'un cours traditionnel. Il a été décidé que l'expérience serait répétée l'an prochain avec une formation en ligne modifiée en tenant compte des suggestions émises par les étudiants. Les étudiants ont formulé de nombreux avantages face à cette formation en ligne (avancement à son propre rythme, plus de liberté et d'autonomie, accès à des notes bien organisées en tout temps, possibilité de mieux comprendre et d'obtenir de l'aide au moment où on le désire grâce aux vidéos que l'on peut revoir à son gré, amélioration de la compréhension de la matière, rapidité des apprentissages, etc.) et face au projet de sondage (mise en application des différentes notions, meilleure intégration de la matière, apprentissage du logiciel *Excel*, expérience du travail en équipe de cinq étudiants, etc.).

En contre partie, plusieurs points faibles ont aussi été soulevés par des étudiants, dont le fait de se retrouver devant un ordinateur pendant plusieurs heures ou de ne pas avoir de cours en classe. À ce sujet, certains étudiants pensent qu'ils devraient avoir le droit d'avoir le choix entre un cours en ligne ou en classe. Enfin, certains autres auraient préféré un plus grand encadrement à l'aide de devoirs ou de quiz. Ces pistes seront explorées pour la future version du cours.

Les questionnaires nous ont permis de recueillir le point de vue nuancé des étudiants et de donner des balises pour apporter des modifications pertinentes comme améliorer l'organisation des forums, clarifier les consignes relatives au projet, corriger les erreurs dans les documents écrits et préciser l'échéancier de travail. De plus, toujours en fonction des commentaires faits à la mi-session, il sera important de développer des moyens qui permettent un encadrement personnalisé et plus serré dès le début pour mieux guider les étudiants dans ce nouveau mode de formation.

Tel que le souligne Guir (2002), cette expérimentation d'une formation en ligne a permis aux étudiants de se libérer des salles de cours et des horaires fixes, tout en se sentant appuyés dans leur apprentissage grâce aux interrelations établies avec l'enseignante et les autres étudiants.

Pour l'enseignante dont c'était une première expérience de formation en ligne, cette tâche s'est révélée à la fois enrichissante et exigeante. Non seulement faut-il préparer des notes de cours qui soient claires et complètes, il faut aussi rédiger et transférer sur ordinateur des exercices et des corrigés en incluant des expressions mathématiques, une étape qui s'est avérée longue. Il faut également dire que la réalisation de vidéos n'est pas évidente, tous les défauts d'élocution et de langage sont mis en relief et il faut souvent recommencer l'enregistrement. Ensuite, il faut intégrer les ressources sur la plate-forme de formation en ligne.

Pour réaliser l'essai et pour aller au bout du désir d'innovation de l'enseignante, le cours a été élaboré en ligne dans son entier, dans un court délai. Il aurait été plus réaliste de réaliser la mise en ligne d'une partie du cours dans un premier temps et d'y intégrer une autre partie à chaque session. De plus, même s'il n'y a pas de cours à donner, nous devons offrir une disponibilité en ligne équivalente, parfois plus grande selon le moment de la session, ce qui exige une assiduité et beaucoup de temps, car les étudiants s'attendent à une réponse plus rapide, voire presque instantanée. Le danger correspond au fait de se retrouver continuellement devant l'ordinateur afin de surveiller nos courriels de façon compulsive, et il est important de se limiter à une ou deux fois par jour ou de prévoir des moments de disponibilité fixes connus des étudiants. Toutefois, cette façon d'entrer en relation avec les étudiants ouvre la porte à des échanges agréables, voire même à une relation plus individualisée avec chacun d'eux, ce qui est parfois difficile dans un groupe-classe.

## CONCLUSION

Le fait de devoir expérimenter la formation en ligne pour atteindre les objectifs de l'essai a été d'une grande importance dans la démarche, car cette initiative a incité l'enseignante à mettre en action sa réflexion. Souvent, plusieurs innovations ne sont pas mises en application par crainte des résultats. Après plusieurs expériences, l'enseignante a constaté que le fait de d'expérimenter de nouvelles avenues permet de réaliser que les résultats sont souvent beaucoup plus positifs que ceux escomptés et qu'il vaut la peine d'essayer de nouvelles approches, tant pour nous, professionnels, que pour nos étudiants qui se montrent ouverts aux nouvelles idées, si nous y croyons, nous aussi.

Le travail réalisé dans le cadre de cet essai est d'une grande ampleur. L'enseignante a fait le choix de valider la formation ainsi que les ressources par des experts, en plus d'expérimenter la formation en ligne auprès de 52 étudiants. Bien que l'un ou l'autre ait été suffisant pour répondre aux exigences d'un essai, une telle combinaison permet d'enrichir la cueillette de données et elle contribue à augmenter la qualité du matériel pédagogique ainsi que la formation dans son ensemble.

## RÉFÉRENCES

GUIR, R., *Pratiquer les TICE : former les enseignants et les formateurs à de nouveaux usages*, Bruxelles, Éditions de Boeck Université, Coll. « Pédagogies en développement », 2002.

LECLERC, C., *Élaboration d'une formation en ligne pour la partie mathématique du cours Projet interdisciplinaire et Probabilité et statistique offert au collégial*, Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke, 2007. [En ligne] [http://www.cdc.qc.ca/pdf/786688\\_leclerc\\_essai\\_MA\\_usherbrooke\\_2007.pdf](http://www.cdc.qc.ca/pdf/786688_leclerc_essai_MA_usherbrooke_2007.pdf).

MARCHAND, L. et J. LOISIER, *Pratiques d'apprentissage en ligne*, Montréal, Chenelière Éducation, 2004.

MORRISON, G. R., D. L. LOWTHER et L. DEMEULLE, *Integrating Computer Technology into the Classroom*, Upper Saddle River, Prentice-Hall, 1999.

NAULT, G., « Encadrer des étudiants à l'aide des TIC », *Bulletin Clic*, n° 63, 2007, p. 6-9. [En ligne] <http://clic.ntic.org/cgi-bin/aff.pl?page=article&id=2018>.

PAQUETTE, G., *L'ingénierie pédagogique pour construire l'apprentissage en réseau*, Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec, 2002.

TARDIF, J., *Le transfert des apprentissages*, Montréal, Éditions Logiques, 1999.

